

LuK Lamellen und Kupplungsbau  
Beteiligungs KG  
Industriestr. 3  
5 77815 Bühl

INA Wälzlager Schaeffler oHG  
Industriestraße 1-3  
91074 Herzogenaurach

GS 0443 A

10

### Patentansprüche

- 15 1. Laschenkette insbesondere für stufenlos einstellbare Kegelscheibenum-  
schlingungsgetriebe, deren die einzelnen durch Laschen (1,2) gebildeten  
Kettenglieder verbindenden Gelenkstücke als Paare von in Aussparungen (4)  
der Laschen (1,2) eingeschobenen Wiegestücken (3) mit aufeinander abge-  
stützten Wiegeflächen (6) ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß  
20 zumindest die Stirnflächen (19) der mit den Kegelscheiben in Wirkkontakt  
tretenden Wiegestücke (3) mit einer mit Stickstoff angereicherten Rand-  
schicht (19a), wie Carbonitrierschicht, versehen ist.
- 25 2. Schubgliederband insbesondere für stufenlos einstellbare Kegelscheibenum-  
schlingungsgetriebe, mit zumindest einem geschlossenen Bänderstrang  
(420,421) und von dem Strang getragenen Schubgliedern (422), dadurch  
gekennzeichnet, daß zumindest die Stirnflächen (422a) der mit den Kegel-  
scheiben in Wirkkontakt tretenden Schubglieder (422) mit einer mit Stickstoff  
angereicherten Randschicht (423), wie Carbonitrierschicht, versehen ist.
- 30 3. Stufenlos einstellbares Kegelscheibenumschlingungsgetriebe mit einer  
ersten Welle (401) und einer zweiten Welle (402), wobei auf der ersten und  
der zweiten Welle jeweils zwei Kegelscheiben (403, 403a, 403b, 404, 404a,  
404b) mit aufeinander zu weisenden im wesentlichen kegelstumpffartigen  
35 Flächen vorgesehen sind, wobei zumindest ein Kegelscheibe pro Welle axial

zur Welle verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die kegelstumpfbartigen Flächen der mit einem Umschlingungsmittel, wie Laschenkette oder Schubgliederband, in Wirkkontakt tretende Kegelscheiben mit einer mit Stickstoff angereicherten Randschicht, wie Carbonitrierschicht, versehen ist.

4. Getriebekomponente nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Randschicht derart gekennzeichnet ist, daß ein Stickstoffgehalt von mindestens 0,01 %, vorteilhaft mindestens im Bereich von 0,05 % bis 0,1 % in einer Randschicht von mindestens 50 µm vorliegt.

5. Getriebekomponente insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß neben einem Carbonitriervorgang ebenfalls ein Härtevorgang durchgeführt wird.

6. Getriebekomponente nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsatzhärte tiefe im Bereich größer als 0,3 mm, vorzugsweise größer als 0,5 mm ist.

LuK Lamellen und Kupplungsbau  
Beteiligungs KG  
Industriestr. 3  
77815 Bühl

INA Wälzlager Schaeffler oHG  
Industriestraße 1-3  
91074 Herzogenaurach

GS 0443 A

### Laschenkette

Die Erfindung betrifft eine Getriebekomponente, insbesondere eine Laschenkette insbesondere für stufenlos einstellbare Kegelscheibenumschlingungsgetriebe, deren die einzelnen durch Laschenpakete gebildeten Kettenglieder verbindenden Gelenkstücke als Paare von in Aussparungen der Laschen eingeschobenen Wiegestücken mit aufeinander abgestützten Wiegeflächen ausgebildet sind. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Schubgliederband insbesondere für stufenlos einstellbare Kegelscheibenumschlingungsgetriebe, mit zumindest einem geschlossenen Bänderstrang und von dem Strang getragenen Schubgliedern. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein stufenlos einstellbares Kegelscheibenumschlingungsgetriebe mit einer ersten Welle und einer zweiten Welle, wobei auf der ersten und der zweiten Welle jeweils zwei Kegelscheiben mit aufeinander zu weisenden im wesentlichen kegelstumpffartigen Flächen vorgesehen sind, wobei zumindest eine Kegelscheibe pro Welle axial zur Welle verschiebbar ist.

Solche Laschenketten und Getriebe sind aus der DE 38268009 und der DE 195 44 644 bekannt geworden. Schubgliederbänder der oben genannten Art sind durch die DE 31 45 470 bekannt geworden.

Bei Getriebekomponenten, wie Laschenketten, Schubgliederbänder und Getrieben kommt es aufgrund der reibschlüssigen Kraftübertragung zwischen dem Umschlingungsmittel und den Kegelscheiben bei Kegelscheibenum-

schlingungsgetrieben zu erheblichen Reibkräften, da zur Abstützung des in das Getriebe geleiteten Antriebsmomentes erhebliche Anpreßkräfte notwendig sind.

- 5 Mit den zunehmenden Leistungsdichten in den Reibstellen des Getriebes steigen auch die darin dissipierten Verluste und die thermische und mechanische Belastung steigt erheblich, so daß ein unzulässig hoher Verschleiß eines Kontaktpartners auftreten könnte.

10 Aufgabe der Erfindung ist es eine Getriebekomponente, wie eine Laschenkette oder gemäß einem weiteren erfinderischen Gedanken ein Schubgliederband oder gemäß einem weiteren erfinderischen Gedanken ein Kegelscheibenumschlingungsgetriebe mit Kegelscheiben zu schaffen, die bezüglich dem Stand der Technik insbesondere einer höheren Betriebsbelastung standhalten oder bei  
15 gleicher Belastung eine höhere Lebensdauer aufweisen.

Dies wird bei Laschenketten vorteilhaft dadurch erreicht, wenn zumindest die Stirnflächen der mit den Kegelscheiben in Wirkkontakt tretenden Wiegestücke mit einer mit Stickstoff angereicherten Randschicht, wie Carbonitrierschicht,  
20 versehen ist.

Bei Schubgliederbändern wird dies vorteilhaft dadurch erreicht, wenn zumindest die Stirnflächen der mit den Kegelscheiben in Wirkkontakt tretenden Schubglieder mit einer mit Stickstoff angereicherten Randschicht, wie Carbonitrierschicht,  
25 versehen ist.

Bei stufenlos einstellbaren Kegelscheibenumschlingungsgetrieben wird dies vorteilhaft dadurch erreicht, wenn zumindest die kegelstumpffartigen Flächen der mit einem Umschlingungsmittel, wie Laschenkette oder Schubgliederband, in  
30 Wirkkontakt tretende Kegelscheiben mit einer mit Stickstoff angereicherten Randschicht, wie Carbonitrierschicht, versehen ist.

Zweckmäßig dabei ist es, wenn die Randschicht derart gekennzeichnet ist, daß ein Stickstoffgehalt von mindestens 0,01 %, vorteilhaft mindestens im Bereich von 0,05 % bis 0,1 % in einer Randschicht von mindestens 50 µm vorliegt.

5

Dabei ist es besonders zweckmäßig, wenn neben einem Carbonitriervorgang ebenfalls ein Härtevorgang durchgeführt wird. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Einsatzhärtetiefe im Bereich größer als 0,3 mm, vorzugsweise größer als 0,5 mm ist.

10

Bei den Laschenkettten der genannten Art wird zur Erhöhung der Tragfähigkeit nach der Montage der Laschen und Wiegestücke im offenen Verband im geraden Strang unter Aufbringung erheblicher Zugkräfte ein Reckvorgang der gestreckten Laschenkette durchgeführt. Dadurch werden Berührbereiche der Laschen zwischen den Laschen und den Wiegestücken aller Laschen einer Reihe gleichmäßig plastisch verformt. Beim Recken im geraden Strang kommt es zu einem gleichmäßigen plastischen Verformen der Laschen in den Berührbereichen, so daß die Laschen einer Reihe von Laschen über die Breite der Laschen gleich gelängt werden oder gleiche Länge aufweisen. Dies hat den Nachteil, daß unter Belastung der Laschenkette im Betrieb des stufenlos einstellbaren Getriebes die Ketten eine nicht optimale Lebensdauer und Leistungsfähigkeit zeigen.

15

20

25

Weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine Laschenkette und ein Verfahren zur Herstellung einer Laschenkette zu schaffen, die bezüglich den Laschenkettten des Standes der Technik insbesondere eine höhere Betriebsbelastung standhalten oder bei gleicher Belastung eine höhere Lebensdauer aufweisen.

30

Dies wird erfindungsgemäß wird dies bei den oben genannten Laschenkettten dadurch erreicht, daß die Laschenkette im geschlossenen Zustand gereckt wird.

Auch wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einer oben genannten Laschenkette die Laschen als Funktion der Kettenbreite eine unterschiedliche Lascheninnenweite aufweisen. Dies kann erfindungsgemäß bei einem Recken der Laschenkette im geschlossenen Zustand in der Umschlingung erreicht werden.

Der Begriff Lascheninnenweite entspricht dem Abstand der Konturen an welchen die beiden äußeren Wiegestücke an der Lasche anliegen. Dies ist somit ein Abstand der unabhängig davon ist, ob die Lasche eine zentrale Öffnung oder zwei Öffnungen zur Aufnahme der Wiegestücke hat. Weiteres ist in der Figurenbeschreibung dargestellt.

Vorteilhaft ist es aber bei einem anderen Ausführungsbeispiel, wenn die Laschen mit unterschiedlicher beim Herstellvorgang, wie Stanzvorgang oder Schneidvorgang beispielsweise mittels Laser o.ä. , hergestellt werden und die einzelnen Laschen gleich oder unterschiedlich gereckt werden und miteinander montiert werden oder die montierte Kette in der Umschlingung gereckt wird.

Auch ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel zweckmäßig, wenn die Laschen mit gleicher Lascheninnenweite beim Stanzvorgang erzeugt werden und unterschiedlich gereckt werden und miteinander montiert werden. Das Recken kann auch bei diesem Ausführungsbeispiel an den einzelnen Laschen vor der Montage oder in der Umschlingung an der montierten Kette durchgeführt werden.

Gemäß eines weiteren erfinderischen Gedankens kann die erfindungsgemäße Aufgabe bei einer oben genannten Laschenkette auch gelöst werden, indem die Laschen als Funktion der Kettenbreite einen unterschiedlichen Reckgrad aufweisen.

Dies kann vorteilhaft dadurch erreicht werden, indem die Laschen mit gleicher oder unterschiedlicher Lascheninnenweite mit unterschiedlichem Reckgrad

Gemäß eines weiteren erfinderischen Gedankens kann die erfindungsgemäße Aufgabe bei einer oben genannten Laschenkette auch gelöst werden, indem die Laschen als Funktion der Kettenbreite eine unterschiedlichen Winkel zwischen den Berührungsbereichen und einer Achse quer zur Kettenlängsrichtung betrachtet aufweisen. Dadurch wird eine Modulation oder Variation der Winkels über die Kettenbreite erreicht, der eine relativ gute Anpassung oder Anlage der Laschen an die im Betrieb der Kette zum Teil gekrümmten Wiegestücke erlaubt.

Vorteilhaft ist es insbesondere, wenn die Laschen einzeln gereckt werden und anschließend miteinander montiert werden. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn die Laschen im montierten Zustand der geschlossenen Kette gereckt werden, wie insbesondere in der Umschlingung bei Anordnung zwischen zwei Kegelscheibensätzen einer Vorrichtung.

Die Erfindung bezieht sich vorteilhaft auf Laschenketten, bei welchen zumindest eine der jeweiligen Kegelscheibe zugewandten Stirnflächen der Wiegestücke pro Gelenk die Reibkräfte zwischen Kegelscheiben und Laschenkette übertragen. Es kann also je nach Anwendungsfall des Ausführungsbeispielen zweckmäßig sein, wenn die Wiegestücke gleich lang oder unterschiedlich lang sind.

Die Erfindung bezieht sich vorteilhaft aber auch auf Laschenkette bei welchen die Laschenkette zusätzlich zu den Wiegestücken Querbolzen aufweist, die die Reibkräfte zwischen Kegelscheiben und Laschenkette übertragen.

- 5      Vorteilhaft ist es insbesondere, wenn die dem Rand der Laschenkette benachbarten Laschen stärker gelängt werden als die in der Mitte der Laschenkette angeordneten Laschen oder wenn die dem Rand der Laschenkette benachbarten Laschen eine größere Lascheninnenweite aufweisen als die in der Mitte der Laschenkette angeordneten Laschen.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn durch einen Reckvorgang Berührbereiche der Laschen mit den Wiegestücken derart plastisch verformt werden, daß ein Winkel zwischen den Berührbereichen und einer Richtung quer zur Längsrichtung der Kette entsteht.

15      Laschenkette insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die plastische Verformung der Berührbereiche bei den dem Rand der Laschenkette benachbarten Laschen stärker ist als bei den in der Mitte der Laschenkette angeordneten Laschen. Auch ist es zweckmäßig, wenn die plastische Verformung der Berührbereiche der Laschen über die Breite der Kette betrachtet einen bogenförmigen Verlauf oder einen Verlauf eines Polynoms n-ten Grades der Berührbereiche bilden.

20      Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Laschenkette beim Reckvorgang in die Kegelscheibenspalte zweier Kegelscheibenpaare aufgenommen wird und mit Drehzahl und/oder mit Drehmoment beaufschlagt wird.

25      Auch ist es zweckmäßig, wenn die Beanspruchung der Laschenkette beim Reckvorgang unter Axiallast durch Anpressen der Kegelscheiben und/oder durch Auseinanderziehen der Achsen der Kegelscheibenpaare erfolgt. Entsprechend bezieht sich die Erfindung auch auf eine Vorrichtung zum Recken einer La-

30



Laschenkette. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Kegelscheiben der Kegelschenbenpaare relativ zueinander verlagerbar oder starr sind.

Beim Recken der Laschenkette ist es zweckmäßig, wenn das beaufschlagbare Drehmoment während des Reckvorgangs im wesentlichen größer ist als das nominale Drehmoment während des Betriebs eines mit einer Laschenkette ausgerüsteten Getriebes.

Auch ist es zweckmäßig, wenn das beaufschlagbare Drehmoment während des Reckvorgangs im Bereich zwischen Null und dem zehnfachen, vorzugsweise das dreifache bis fünffache, des nominalen Drehmoments während des Betriebs eines mit einer Laschenkette ausgerüsteten Getriebes.

Auch ist es zweckmäßig, wenn die Zugkraft im Trum der Kette während des Reckvorgangs größer ist als die nominale Zugkraft während des Betriebs eines mit einer Laschenkette ausgerüsteten Getriebes.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung einer Laschenkette insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche. auch bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Recken einer Laschenkette.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen, die auf der Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine bekannte Laschenkette mit Zweilaschenverband in Seitenansicht;
- Figur 2 die Seitenansicht einer anderen Bauform einer bekannten Laschenkette;
- Figur 3 eine Draufsicht auf die Laschenkette gemäß Figur 1;
- Figur 4 eine Draufsicht entsprechend Figur 3 zur Darstellung des Dreilaschenverbandes einer bekannten Laschenkette ge-

- mäß Figur 2;
- Figur 5 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Recken einer Laschenkette;
- Figur 6 ein Diagramm;
- 5 Figur 7 ein Diagramm;
- Figur 8 ein Diagramm;
- Figur 9 eine Darstellung der Längung von Laschen;
- Figur 9a Ausschnitte der Figur 9;
- Figur 10 ein Diagramm;
- 10 Figur 11 ein Diagramm;
- Figur 12 ein Diagramm;
- Figur 13 eine Ansicht einer Lasche,
- Figur 14 eine Laschenkette im Schnitt,
- Figur 15 einen schematische Darstellung eines Getriebes und
- 15 Figur 16 eine schematische Darstellung eines Schubgliederbandes.

Die Figuren 1 und 3 zeigen Seitenansicht und Draufsicht eines Stückes einer bekannten Laschenkette mit normalen Kettenlaschen 1 und Außenlaschen 2, wobei die Laschen über die Breite B der Laschenkette betrachtet angeordnet sind und sich gemäß dem Anordnungsmuster wiederholen. Die Laschen bilden reihenweise Laschenpakete. Die durch die Laschen 1 und 2 gebildeten Kettenglieder sind gelenkig über Gelenkstücke miteinander verbunden, die aus Paaren von Wiegestücken 3 bestehen, welche in Aussparungen 4 der Laschen eingesetzt sind und mit den jeweils zugehörenden Laschen über eine form-

20 schlüssige Verbindung 5 drehverbunden sind. Die Aussparungen 4 können derart ausgebildet sein, daß pro Lasche zwei Aussparungen für die beiden Gelenke gebildet sind oder aber auch, daß pro Lasche nur eine Aussparung zur Aufnahme von den Wiegestücken für beide Gelenke vorgesehen ist. Die Wiegestücke 3 haben aufeinander zu gerichtete, beispielsweise zumindest

25 einzelne konkave, Wiegeflächen 6, über die sie aufeinander abrollen können, woraus sich die Gelenkbeweglichkeit der benachbarten Kettenglieder ergibt.

30

Die Wiegeflächen können beide konkav sein oder auch eine Wiegefläche ist plan oder konvex und die andere Wiegefläche ist konkav.

- 5 Solche Laschenketten können derart ausgebildet sein, daß zumindest einzelne Wiegestücke mit den ihrem Kettenglied zugehörenden Laschen wenigstens teilweise über eine Drehsicherung verbunden sind.

Die einzelnen Gelenke haben von Mitte zu Mitte einen Abstand 7, den man im allgemeinen als Kettenteilung bezeichnet. Die Größe dieser Kettenteilung 7 ist abhängig von der in Kettenlaufrichtung 8 gegebenen Erstreckung der Wiegestücke 3 sowie dem zwischen den einzelnen Aussparungen 4 erforderlichen Abstand. Bekanntermaßen kann die Kettenteilung 7 über die gesamte Kettenlänge gleichbleibend ausgebildet sein, sie kann jedoch auch in gewissen Grenzen gegebenenfalls unregelmäßig variieren, um die Geräuschentwicklung der Kette günstig zu beeinflussen.

Die Wiegestücke haben an ihren seitlichen Endbereichen Stirnflächen, mit welchen sie im Betrieb eines Getriebes mit den Kegelscheiben in Reibkontakt treten können. Vorteilhaft ist es, wenn beide Wiegestücke gleich lang sind, so daß beide Wiegestücke mit der Kegelscheibe in Kontakt treten. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn die Wiegestücke eine unterschiedliche Länge aufweisen und dadurch nur ein Wiegestück pro Gelenk mit der Kegelscheibe in Reibkontakt tritt.

- 25 Aus der Draufsicht gemäß Figur 3 ist ersichtlich, daß die Kette im sogenannten Zweilaschenverband zusammengebaut ist, der bedeutet, daß jeweils zwei radiale Endstege 9 bzw. 10 benachbarter Kettenlaschen zwischen zwei Paaren von Wiegestücken 3 nebeneinander stehen, wodurch entsprechend der Abstand dieser durch Wiegestückpaaren gebildeten Gelenke bestimmt ist.

Die Figur 3 zeigt ebenso die Randschicht 19a der Stirnfläche 19, die durch einen Carbonitriervorgang und gegebenenfalls Härtevorgang vorteilhaft verbessert ist.

- 5 Aus der Draufsicht gemäß Figur 4 ist ersichtlich, wie bekannte Ketten im Dreilaschenverband aufgebaut sind. Hier sind über die Breite der Kette gesehen die normalen Laschen 11 und die Außenlaschen 12 in der Kettenlauf-  
richtung jeweils um eine Teilung gegeneinander versetzt, wodurch sich zwar eine Verbreiterung der Kette quer zur Laufrichtung ergibt, wodurch aber auf der  
10 anderen Seite der Abstand zwischen den durch Paare von Wiegestücken 13 gebildeten Gelenken gegenüber dem Zeilenlaschenverband gemäß Figur 3 reduziert werden kann.

Der Draufsicht gemäß Figur 4 entspricht eine andere bekannte, in Figur 2 in  
15 Seitenansicht dargestellte Kettenbauform mit normalen Laschen 11 und Außenlaschen 12, wobei die Gelenkstücke aus Paaren von Wiegestücke 13 bestehen. Diese Wiegestücken 13 haben eine Gestalt derart, daß sie nur noch an zwei Stellen 14 und 15 an den Laschenaussparungen 16 anliegen. Zwi-  
schen den Anlagestellen 14 und 15 sind die Wiegestücke 13 von den Laschen  
20 11, 12 der Kette frei.

Zur erfindungsgemäßen Carbonitrierung und Härtung zumindest der Stirnflächen  
der Umschlingungsmittel und/oder der Kegelscheibenoberflächen kann bei-  
spielsweise ein Diffusions-/Lösungsglühen zur Erzeugung einer mit Stickstoff  
25 angereicherten Randschicht (Carbonitrierschicht) mit einer anschließenden Härtung verwendet werden.

Für Einsatzstähle als Material für die Getriebekomponenten Kette, Schubglie-  
derband oder Kegelscheiben ergibt sich beispielsweise folgender Ablauf:

- 30 1) Diffusionsglühbehandlung zum Zweck der Randschichtaufkohlung bzw. der Randschichtaufkohlung und –aufstickung im Temperaturbereich zwi-

schen 780°C und 1050°C. Die Dauer der Glühbehandlung richtet sich nach der angestrebten Einsatzhärte und dem gewählten Verfahren/Medium zur Aufkohlung bzw. Aufstickung (Gas, Salzbad oder Granulat). Bevorzugtes Verfahren ist die Gasaufkohlung/-aufstickung in einer Aufkohlungs-Atmosphäre, der Erdgas, Propan oder andere C-haltige Anreicherungs-gase und Ammoniak als Reaktionsgase zugemischt werden.

- 2) Ofenabkühlung auf Härtetemperatur mit anschließender martensitischer Härtung durch Abschreckung auf  $T < M_s$ . Die Haltezeit auf Härtetemperatur ist entsprechend der erforderlichen Zeitdauer bis zum Temperaturausgleich im Bauteil zu wählen
- 3) Anlassen/Entspannen bei Temperaturen zwischen 150°C und 250°C.

Die Einsatzhärte von Kegelscheiben ist vorzugsweise größer als 0,5mm. Eine möglich Variante des Carbonitrierens in Verbindung mit der Einsatzhärtung ist die Trennung von Aufkohlung und Aufstickung in den einzelnen Glühphasen: während der Diffusionsglühbehandlung (1) findet die Aufkohlung und bei Härtetemperatur die Aufstickung statt. Diese Vorgehensweise hat gegenüber gleichzeitiger Aufkohlung und Aufstickung folgende Vorteile: 1. bessere Regelbarkeit der C-Potentials, 2. kleinere Carbonitrierschichtdicken aufgrund kürzere Aufstickungszeiten und damit grundsätzlich niedrigere Summenkonzentrationen an C und N, d.h. höhere Zähigkeiten und weniger Restaustenit im Randbereich.

Carbonitrieren von Wälzlager- oder Vergütungsstählen:

Bei Wälzlager- oder Vergütungsstählen als Basiswerkstoff für die Reibkraft übertragenden Elemente des Umschlingungsmittels erfolgt die Carbonitrierbehandlung vorzugsweise direkt bei Härtetemperatur ohne die bei Einsatzstählen angewandte, vorgeschaltete Diffusionsglühbehand-

lung. Die Härtetemperaturen liegen typischer-weise zwischen 800 °C und 900°C, die Haltezeiten zwischen 10' und 2h.

Voraussetzung für günstiges Verschleißverhalten ist, daß mindestens 0,01 %, vorzugsweise 0,05 % bis 0,1 % Stickstoff bis zu einer Tiefe von vorzugsweise 50µm in der Randschicht vorhanden ist.

Die Härtung durch Abschrecken kann sowohl in der Martensitstufe ( $T < M_s$ ) als auch in der Zwischenstufe (z.B. Bainit bei Temperaturen um  $M_s$ ) erfolgen, wobei martensitisch gehärtete Teile im Anschluß angelassen werden müssen (Anlaßtemperatur ca. 150°C bis 250°C).

Gegenüber konventioneller Härtung ergeben sich aus der Verschleißfreiheit carbonitrierter Wiegestücke der Kette unter anderem folgende Vorteile:

- bei gleichen Abmessungen der Kegelscheiben kann eine größere Getriebespreizung realisierbar als mit konventionell gehärteten Wiegestücken, da sich die Grenzübersetzungen praktisch nicht ändern,
- höhere Anlaßbeständigkeit, damit geringere Schädigung bei Schlupf oder rutschendem Umschlingungsmittel,
- es ist eine geringere Oberflächengüten der Kegelscheiben tolerierbar
- weniger Verschmutzung des Getriebes und höhere Öllebensdauer
- Möglichkeit zur Beeinflussung der Kettenakustik, bspw. über die Kettenbreite (Randomisierung der Kettenbreite oder gezielte Abfolge kürzerer und längerer Wiegestücke)

Vorteile carbonitrierter Kegelscheiben:

- bessere Grübchentragfähigkeit
- geringere Freßneigung in Verbindung mit carbonitrierten Wiegestücken

- höhere Anlaßbeständigkeit
  - weniger Flächenabtrag, daraus folgt eine geringere Konturänderung und eine bessere Regelbarkeit des Getriebes hinsichtlich Übersetzung und Anpressung.
- 5
- Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die die Reibkraft übertragenden Elemente aus Legierungsstahl gefertigt sind und diese durchgehärtet sind und im Kern ein überwiegend martensitisches oder überwiegend bainitisches Gefüge und eine mit Stickstoff angereicherte Randschicht (Carbonitrierschicht) aufweisen.

Auch ist es vorteilhaft, wenn die die Reibkraft übertragenden Elemente aus Legierungsstahl gefertigt sind und bis zu einer Tiefe von  $50\mu\text{m}$  in der Carbonitrierschicht ein Stickstoffgehalt von mindestens 0,05% vorliegt.

15 Die Figur 5 zeigt eine Anordnung 50 zum Recken einer erfindungsgemäßen Laschenkette 32, wobei die Laschenkette 32 in einem Kegelscheibenspalt 48 zweier Kegelscheibensätze aufgenommen ist. Der eine Kegelscheibensatz ist gebildet durch die beiden Kegelscheiben 24 und 25, die axial relativ zueinander verlagerbar sind. Dazu kann die eine Kegelscheibe 25 axial verlagert werden, 20 siehe Pfeil 32. Zur axialen Verlagerung und zur Anpressung der Kette gegenüber dem Kegelscheibensatz dient der Stellzylinder 28.

25 Der andere Kegelscheibensatz ist gebildet durch die beiden Kegelscheiben 26 und 27, die axial relativ zueinander verlagerbar sind. Dazu kann die eine Kegelscheibe 27 axial verlagert werden, siehe Pfeil 31. Zur axialen Verlagerung und zur Anpressung der Kette gegenüber dem Kegelscheibensatz dient der Stellzylinder 29. Über die antriebsseitige Welle 22 und die abtriebsseitige Welle 23 kann die Drehzahl und/oder das Drehmoment eingestellt werden.

Gemäß einer anderen Ausführung einer Vorrichtung zum Recken einer Laschenkette kann es vorteilhaft sein, wenn die Achsen oder Wellen der Vorrichtung unter Kraftbeaufschlagung auseinander gezogen werden, so daß die Laschenkette in den Kegelscheibenspalt gezwängt wird und so die Kraftübertragung zwischen Laschenkette und Kegelscheiben auf den gewünschten Wert eingestellt werden kann. Dazu ist es nicht zwingend erforderlich, daß die Kegelscheiben der Kegelscheibenpaare axial zueinander verlagerbar sind. Es kann auch zweckmäßig sein, wenn die Kegelscheiben zueinander fest angeordnet sind.

Beim Recken der Kette in der Umschlingung wird die Laschenkette nach der Montage der einzelnen Laschen mit den Wiegestücken geschlossen. Anschließend wird sie beispielsweise in einen Variator gemäß Figur 5 eingelegt. Durch die Anpressung zwischen den Wiegestücken und den Kegelscheiben und/oder durch die Drehmomentübertragung wird die Kette in der Umschlingung gereckt. Dazu wird vorzugsweise ein Vielfaches der im Getriebe üblicherweise auftretenden Anpreßkräfte und/oder Drehmomente eingestellt und die Kette wird beispielsweise wenige Umläufe durch den Variator laufen gelassen, so daß jedes Kettenglied, wie Lasche und Wiegestück zumindest einmal oder mehrfach im Variator umgelaufen ist. Vorteilhaft ist es, wenn die Kette gegenüber den Verhältnissen im Getriebe eines Fahrzeuges langsam und mit wenigen Umläufen durchgedreht wird.

Typischerweise kann in der Anfahrübersetzung (underdrive) der Reckvorgang durchgeführt werden, wobei das Drehmoment im Bereich von Null bis zum 10-fachen nominalen Drehmomentes des maximalen Variatormomentes, also des maximal im Getriebe auftretenden Drehmomentes, des Getriebes einstellbar ist. Vorzugsweise wird ein Drehmoment im Bereich von ca. dem 3-fachen des maximalen Variatormomentes eingestellt. Auch ist es zweckmäßig, wenn die Zugkraft im Trum 70 der Kette während des Reckvorgangs größer ist als während des Betriebs des Getriebes. Vorteilhaft ist es, wenn die Zugkraft



zumindest die doppelte Zugkraft im Vergleich zur maximalen Zugkraft im normalen Betrieb des Getriebes ist.

Die Laschenkette wird dann mit einer geringen Drehzahl, im Bereich von ca. 0,5 Umdrehungen pro Minute bis ca. 500 Umdrehungen, vorteilhaft von ca. 10 Umdrehungen pro Minute bis 50 Umdrehungen pro Minute einige Umdrehungen oder Umläufe durchgedreht. Dabei kann es zweckmäßig sein, wenn je nach Laschenkette 1 bis 20 Umläufe durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß kann die Übersetzung während des Reckvorganges auch verändert werden.

Dadurch stellt sich eine Lastverteilung ein, die einer Vollastbelastung im underdrive (Anfahrübersetzung) im Fahrzeug im wesentlichen entspricht. Bei einem Reckvorgang kann aber auch eine andere Übersetzung eingestellt werden, wie beispielsweise eine overdrive-Übersetzung oder eine veränderliche Übersetzung beim Reckvorgang. Vorteil des Reckvorgangs in der Umschlingung ist, daß die Kette bei im wesentlichen jeder im Betrieb auftretenden Kettenkrümmung gereckt wird und so die Lastverteilung ähnlich der realen Lastverteilung im Betrieb des Getriebes ist.

Durch den Reckvorgang in der Umschlingung wird aufgrund der Anpressung und/oder der Drehmomentbelastung die Kette derart belastet, daß die Wiegestücke in radialer Richtung als auch in Umfangsrichtung, bezüglich der Welle der Scheibensätze betrachtet, elastisch verformt oder gekrümmt werden. Dadurch werden die über die Breite der Kette betrachtet außen angeordneten Laschen stärker beaufschlagt als die in der Mitte der Laschenkette angeordneten Laschen. Dies hat zur Folge, daß die Außenlaschen oder die am Rand angeordneten Laschen stärker gelängt werden als die innen angeordneten Laschen und diese Außenlaschen einen höheren Reckgrad erfahren als die inneren Laschen. Unter dem Reckgrad versteht man das Verhältnis zwischen der Belastung beim Recken im Verhältnis zur Bruchlast.

Dabei kann es zweckmäßig sein, wenn die Laschen einer Laschenreihe bei der Montage die gleiche Länge haben und diese Laschen als Funktion der Breite unterschiedlich gelängt werden.

5

Ebenso kann es zweckmäßig sein, wenn die Laschen einer Laschenreihe bereits bei der Montage unterschiedliche Längen bzw. Lascheninnenweiten aufweisen, so daß die am Rand der Kette angeordneten Laschen eine größer Lascheninnenweite aufweisen als die mittleren Laschen. Dies kann besonders zweckmäßig sein, wenn nicht in der Umschlingung gereckt wird sondern die Laschen vor der Montage gereckt werden und die Laschen anschließend miteinander zur Kette montiert werden. Dann kann man aufgrund der Montage der Laschen unterschiedlicher Lascheninnenweite eine Kette aufbauen, die bereits am Rand längere Lascheninnenweiten aufweist als in der Mitte. Dies ist beispielhaft in der Figur 12 dargestellt. Dort wird gezeigt, daß die Lascheninnenweite als Funktion der Position der Laschen an den Rändern größer ist als im mittleren Bereich. Dies kann sowohl durch den Reckvorgang in der Umschlingung als auch durch die erfindungsgemäße Montage verschieden langer Laschen erfolgen.

10  
15  
20  
25  
30

Auch können die Laschen bei einem Reckvorgang vor der Montage mit unterschiedlichen Reckgraden gereckt werden und bei der Montage derart verbaut werden, daß die Laschen mit einem höheren Reckgrad am Rande der Kette angeordnet werden. Dies hat zur Folge, daß die Außenlaschen oder die am Rand angeordneten Laschen stärker plastifiziert sind und belastbarer sind als die innen angeordneten Laschen und diese Außenlaschen einen höheren Reckgrad erfahren als die inneren Laschen. Dies ist beispielhaft in der Figur 11 dargestellt. Dort wird gezeigt, daß der Reckgrad als Funktion der Position der Laschen an den Rändern größer ist als im mittleren Bereich. Dies kann sowohl durch den Reckvorgang in der Umschlingung als auch durch die erfindungsgemäße Montage verschieden stark gereckter Laschen erfolgen.

Die Figuren 6 bis 8 zeigen in Diagrammen das Verhalten der Länge der Laschen als Funktion der Anordnung über die Breite der Kette betrachtet. Auf der y-Achse der Figuren 6 und 7 ist die Länge der Laschen bzw. die Länge des Abstandes  $L$  der beiden Berührbereiche einer Lasche dargestellt. Diese Länge  $L$  wird auch Lascheninnenweite bezeichnet. In der Figur 8 ist die Längendifferenz  $\Delta L$  der Laschen zwischen einem ungereckten und einem erfindungsgemäß gereckten Zustand dargestellt. Auf der x-Achse ist bei den Figuren 6 bis 8 jeweils die Position der Laschen über die Breite der Kette dargestellt. Die Position 1 entspricht der Position der Lasche auf der einen Seite der Kette und die Position 14 entspricht der Position der Lasche auf der anderen Seite der Lasche. Die Positionen 2 bis 13 entsprechen den Positionen der Laschen zwischen den Randlaschen 1 und 14. Dabei ist im speziellen eine Kette mit 14 Laschenpositionen über die Breite der Kette als Ausführungsbeispiel dargestellt, wobei auch andere Kettenvarianten ohne Beschränkung der Allgemeinheit in die Betrachtung eingeschlossen werden können.

Die Figur 6 zeigt ein Diagramm einer nicht gereckten Kette oder einer im geraden Zustand gestreckten offene Kette. Die Länge  $L$  ist als Funktion der Laschenposition 1 bis 14 im wesentlichen gleich und konstant.

Die Figur 7 zeigt ein Diagramm einer im geschlossenen Zustand in der Umschlingung dynamisch gereckten Kette. Die Länge  $L$  variiert ist als Funktion der Laschenposition 1 bis 14, wobei die Randlaschen auf den Positionen 1 bis 3 und 12 bis 14 stärker gereckt werden als die Laschen auf den mittleren Laschenpositionen 4 bis 11. Dies resultiert aufgrund der radialen und in Umfangsrichtung erfolgenden Durchbiegung der Wiegestücke und der entsprechend starken Plastifizierung der Berührbereiche der Laschen auf den Positionen der am Rand oder nahe dem Rand angeordneten Laschen.

Die Figur 8 zeigt ein Diagramm einer im geschlossenen Zustand in der Umschlingung dynamisch gereckten Kette. Die Längendifferenz  $\Delta L$  variiert ist als Funktion der Laschenposition 1 bis 14, wobei die Randlaschen auf den Positio-

nen 1 bis 3 und 12 bis 14 stärker gereckt werden als die Laschen auf den mittleren Laschenpositionen 4 bis 11. Dies resultiert aufgrund der radialen und in Umfangsrichtung erfolgenden Durchbiegung der Wiegestücke und der entsprechend starken Plastifizierung der Berührbereiche der Laschen auf den Positionen der am Rand oder nahe dem Rand angeordneten Laschen. Die Darstellung der Figur 8 verdeutlicht den erfindungsgemäßen Effekt zur Erhöhung der Leitungsfähigkeit der Kette noch einmal deutlich.

Die geringen Schwankungen in der Länge L bzw. in der Längung  $\Delta L$  im mittleren Bereich resultiert aus Meßfehlern.

Durch die Längung der Laschen während des Reckvorgangs ergibt sich eine Plastifizierung der Laschen in den Berührbereichen zwischen den Laschen und den Wiegestücken.

Durch die insbesondere radiale und/oder in Umfangsrichtung gerichtete Durchbiegung der Wiegestücke erfolgt eine Laschenplastifizierung, die sich dem Winkel zwischen der Laufrichtung und dem Wiegestück anpaßt.

Die Figur 9 zeigt einen Ausschnitt einer Kette 100 mit den Wiegestücken 101 und 102, die in Ausnehmungen 120 der Laschen 103 bis 113 aufgenommen sind. Die Wiegestücke sind derart gebogen dargestellt, wie sie bei einem dynamischen Reckvorgang in der Umschlingung verbogen sein können, wie beispielsweise im Scheibenkeil. Die Darstellung ist zur Erläuterung allerdings etwas übertrieben dargestellt.

Die Berührbereiche 103a bis 113a sind durch die Verbiegung der Wiegestücke 101 und 102 plastifiziert und passen sich in ihrer Kontur an die Wiegestücke an. Es zeigt sich, daß die Außenlaschen stärker gelängt sind und die Plastifizierung zu einem größeren Winkel  $\alpha$  zwischen der Kettenquerrichtung Q und der Berührfläche F führt als bei einer mittleren Lasche wie zum Beispiel 107. Die Figur 9a zeigt dazu einen Ausschnitt.

Der Winkel  $\alpha$  nimmt ausgehend von der Mitte der Kette nach außen hin zu.

Die Figur 10 zeigt ein Diagramm, in welchem der Winkel  $\alpha$  als Betrag  $|\alpha|$  als Funktion der Laschenposition dargestellt ist. Der Winkel nimmt nach außen zu den Rändern hin zu und geht im mittleren Bereich auf Null zurück. Dies kann erfindungsgemäß durch das Recken in der Umschlingung oder gemäß eines weiteren Erfindungsgedankens auch durch vor der Montage derart gereckten Laschen erreicht werden, die unterschiedlich im Winkel  $\alpha$  gereckt wurden und anschließend miteinander zu einer Kette montiert wurden.

Die Laschen nahe dem Rand werden bei dem erfindungsgemäßen Recken stärker belastet als bei einem Reckvorgang am geraden Strang. Dadurch werden die Laschen am Rand stärker gelängt und der Reckgrad ist erhöht.

Durch das beanspruchungsgerechte Recken wird die Kette bei dem Reckvorgang derart vorkonditioniert, daß bei einem späteren Betrieb der Kette in einem Getriebe die Belastungen gleichmäßig werden und die Kette dadurch einen erhöhte Lebensdauer erfährt.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß die Belastung der Kette dadurch reduziert wird, daß die Krafteinleitung der Wiegestücke auf die Laschen bei einem Zweibeereichskontakt 80,81 gemäß Figur 3 auf die beiden Bereiche gleichmäßig wird. Diesbezüglich wird insbesondere auf die Patentanmeldung DE 30 27 834 verwiesen, deren Offenbarungsinhalt ausdrücklich zum Inhalt der vorliegenden Patentanmeldung gehört.

Die Figur 13 zeigt einen Ausschnitt einer Lasche 200 mit Wiegestücken 201 und 202, wobei die Lasche bei einem Reckvorgang derart gereckt wird, daß die Krafteinleitung der Reckkraft 210 in einem Winkel  $\varphi$  zur Laschen- bzw. Kettenlängsrichtung 220 ausgerichtet ist. Dabei wird während eines Reckvorganges der Winkel  $\varphi$  variiert, so daß er von ca. 60 Grad bis -60 Grad reicht, so daß die

Berührbereiche 230 über einen breiten Winkelbereich gereckt und plastifiziert werden.

Die Figur 14 zeigt eine Laschenkette 300 im Schnitt, bei welcher neben den Laschen 301, 302 und 303 und den Wiegestücken 310 als Gelenk Querbolzen 320 zur Drehmomentübertragung zwischen den Kegelscheiben und der Kette vorhanden sind. Die Reibkraftübertragung erfolgt über die Stirnflächen 321 der Querbolzen.

Die Figur 15 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Getriebe 400 mit einer ersten Welle 401, einer zweiten Welle 402 und daran angeordnete Kegelscheibenpaare 403 und 404. Die Kegelscheibenpaare 403 und 404 weisen jeweils zwei Kegelscheiben 403a, 403b und 404a, 404b auf, von welchen zumindest jeweils eine der beiden Kegelscheiben relativ zur jeweiligen Welle axial verschiebbar ist. Zwischen den Kegelscheibenpaaren ist ein Umschlingungsmittel 410, wie Laschenkette oder Schubgliederband, zur Drehmomentübertragung angeordnet.

Die Figur 16 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Schubgliederband 411, bei welchem zumindest ein, vorteilhaft zwei geschlossenen Bänderstränge 420, 421 vorgesehen sind und diese die Schubglieder 422 aufnehmen, siehe hierzu auch Figur 15. Die Figur 16 zeigt ebenso die Randschicht 423 der Stirnfläche 422a, die durch einen Carbonitriervorgang und gegebenenfalls Härtevorgang vorteilhaft verbessert ist.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmale zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Die Gegenstände dieser Unteransprüche bilden jedoch auch selbständige Erfindungen, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Erfindung ist auch nicht auf das (die) Ausführungsbeispiel (e) der Beschreibung beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten erfinderisch sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

5

GS 0443 A

## Zusammenfassung

15 Kegelscheibengetriebe.